

**PENGARUH KOMPOSISI BERAT KITOSAN DAN VOLUME ASAM
ASETAT TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK DARI PATI UMBI
SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

HAFIIDH MUHAMMAD

D 500 130 093

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KOMPOSISI BERAT KITOSAN DAN VOLUME
ASAM ASETAT TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK DARI
PATI UMBI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)**

PUBLIKASI ILMIAH

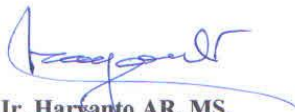
Oleh:

HAFIIDH MUHAMMAD

D 500 130 093

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Haryanto AR, MS.

NIDN. 0005076302

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI BERAT KITOSAN DAN VOLUME
ASAM ASETAT TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK DARI
PATI UMBI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)**

OLEH


HAFIDH MUHAMMAD

D 500 130 093

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Fakultas Teknik
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
Pada hari Senin , 15 Januari 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir.Haryanto AR, MS.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Emi Erawati, S.T. ,M.Eng
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Herry Purnama. M.T., Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan

Ir. Sri Subarjono. M.T., Ph.D.
NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau ditentukan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Juli 2018

Penulis



HAFIDH MUHAMMAD

D 500 130 093

PENGARUH KOMPOSISI BERAT KITOSAN DAN VOLUME ASAM ASETAT TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK DARI PATI UMBI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)

Abstrak

Plastik digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Namun plastik kebanyakan terbuat dari minyak bumi dan sangat sulit untuk terdegradasi. Upaya untuk mengatasinya adalah dengan membuat bioplastik. Bahan pembuatan bioplastik pada penelitian ini adalah dari pati umbi singkong karet (*Manihot Glaziovii*). Pemilihan bahan ini karena melimpah dan kurang dimanfaatkan. Pada penelitian ini umbi singkong karet diproses dengan cara isolasi agar mencapai kadar pati yang diinginkan. Kemudian pati dicampur aquades dan diberikan penambahan variasi asam asetat yaitu (2 ,3 ,4 ,5 , dan 6 ml). Kemudian ditambahkan larutan kitosan dengan variasi berat kitosan (1.5 , 2 ,2.5 ,3 , dan 3.5 gram) yang telah dilarutkan oleh larutan asam asetat konsentrasi 1% dalam 100 ml. Setelah pencampuran larutan kitosan dan pati kemudian ditambahkan gliserol 4 ml dan dipanaskan dengan suhu 60 °C dan diaduk selama 60 menit. Setelah itu film bioplastik dapat dicetak dan dapat diuji kualitasnya seperti uji elongasi, uji kuat tarik, dan uji biodegradasinya. Pada penelitian ini didapatkan kualitas film bioplastik terbaik yaitu pada variasi kitosan 2 gram dengan asam asetat 3 ml yaitu memiliki kuat tarik sebesar 2.2423 MPa dan nilai elongasi 31% dan dapat terdegradasi secara sempurna selama 18 hari. Pada pengulangan juga sama pada varian kitosan 2 gram dengan asam asetat 3 ml yaitu memiliki kuat tarik sebesar 2.5226 MPa dan nilai elongasi 32% dan juga dapat terdegradasi secara sempurna selama 18 hari.

Kata Kunci : "bioplastik", "singkong karet", "kuat tarik", "elongasi".

Abstract

*Plastics are used by humans in their daily life. But most plastics are made from petroleum and very difficult to degraded. The attempt to overcome this problem by making bioplastics. The material to make bioplastics in this research is from starch of cassava rubber (*Manihot Glaziovii*). This material has been selected because it has high availability and so useless. In this research cassava rubber has been processed by insulation to achieve the desired starch levels. Then mixing the starch with aquades and add some of variations of acetic acid (2, 3, 4, 5, and 6 ml). Then we add chitosan solution with the chitosan weight variation (1.5 ,2 ,2.5 ,3 , and 3.5 gram) and dissolved by 1% acetic acid solution in 100 ml. After mixing chitosan solution and starch solution then add 4 ml of glycerol and heated to 60 °C and stirred for 60 min. After that, bioplastic film can be printed and can be tested for quality such as elongation test, tensile strength test, and biodegradation test. In this research, the best bioplastic film quality was found in 2 gram variation of chitosan with the 3 ml acetic acid that has a tensile strength of 2.2423 MPa and 31% elongation value and can be completely degraded in 18 days. In the repeat also on the 2 gram variation of chitosan with 3 ml of acetic acid that has tensile strength 2.5226 MPa and the value of elongation is 32% and also can be completely degraded in 18 days.*

Keywords: "bioplastic", "cassava rubber", "tensile strength", "elongation".

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan polimer kimia yang banyak digunakan untuk berbagai hal dalam keseharian, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, dan berbagai sektor lainnya. Karena memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002).

Selain memiliki berbagai kelebihan tersebut plastik juga mempunyai kelemahan diantaranya adalah bahan baku utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup (Careda, 2007).

1.1 Bioplastik

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan yang berasal dari bahan yang dapat terurai di lingkungan, tersedia di alam dalam jumlah besar, dan dapat menghasilkan produk berkekuatan sama dengan plastik sintetis (Darni dkk., 2008).

Pengembangan bioplastik merupakan salah satu solusi untuk memecahkan masalah ini. Berbagai upaya dan inovasi untuk mengurangi dampak sampah plastik telah dilakukan. Selain proses daur ulang plastik, plastik ramah lingkungan juga telah dikembangkan. Plastik yang terbuat dari bahan kimia sintetis dan bersifat ringan, kuat, elastis serta tidak mudah terurai diganti dengan bahan baku yang mudah diuraikan oleh pengurai, yang disebut dengan bioplastik (bioplastik). Bahan utama pembuatan bioplastik adalah pati. Menurut (Darni dan Utami, 2010), pati digunakan karena merupakan bahan yang dapat dengan mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan.

1.2 Pati Umbi Singkong Karet

Pati merupakan karbohidrat yang merupakan homopolimer glukosa yang terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas (Winarno, 2004). Kedua

fraksi ini yaitu amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1 : 3 , sehingga besarnya perbandingan amilosa dan amilopektin ini berbeda-beda tergantung jenis patinya (Cui, 2005). Pati dari umbi singkong karet memiliki kadar yang cukup tinggi yaitu sebesar 98,4674 % dari 100 % berat kering tepung pati singkong karet. Sehingga dapat digunakan dalam bahan baku pembuatan bioplastik.

1.3 Kitosan

Salah satu pengawet dari bahan alam adalah kitosan. Kitosan merupakan modifikasi protein dari kitin yang ditemukan pada kulit udang,kepiting, lobster dan serangga. Kitosan mempunyai sifat yang baik untuk dibentuk menjadi plastik dan mempunyai sifat *antimikrobakterial* (Dutta, et al , 2009).

Kitosan mudah terbiodegradasi di alam dan bersifat polielektrolit kationik karena mempunyai gugus fungsional berupa gugus amino. Selain gugus amino, terdapat juga gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi tersebut menyebabkan kitosan mempunyai kereaktifitas kimia yang tinggi. Gugus fungsi yang terdapat pada kitosan juga memungkinkan untuk modifikasi ikatan kimia yang beraneka ragam termasuk reaksi-reaksi dengan zat perantara ikatan silang, sehingga memungkinkan penggunaannya sebagai bahan campuran bioplastik, yaitu plastik yang dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan (Skurtys *et al.*, 2009).

Kemampuan kitosan sebagai bahan utama proses polimerisasi dapat membentuk gaya tarik menarik antar atom berupa ikatan hidrogen dan gaya *van der waals* setelah dilarutkan dalam asam asetat glasial.Oleh sebab itu,maka kualitas kitosan yang dihasilkan menentukan kekuatan gaya antar molekul panjang rantai polimer. Penambahan asam asetat menyebabkan larutan film bersifat asam sehingga dapat membentuk film dengan terjadinya penggabungan gugus karboksilat dan hidroksil (Harsunu,2008).

1.4 Asam Asetat

Asam asetat merupakan cairan jernih yang tidak berwarna,berbau khas dan tajam,memiliki titik didih 118°C dan titik beku 16,7°C. Asam asetat adalah asam organik yang dihasilkan dari proses fermentasi biji-bijian dan destilasi destruksi kayu. Asam asetat memiliki rumus empirik $C_2H_4O_2$ dan rumus struktur

CH₃COOH dengan nama kimianya asam etanoat. Asam asetat dapat larut dalam air alkohol, gliserol, dan tidak larut dalam zat yang mempunyai karbon siklik.

Pembuatan *edible film* kitosan dilakukan dengan melarutkan kitosan dalam pelarut asam. Penggunaan asam pada pelarutan kitosan telah dipelajari oleh Nadarajah et al. (2006) yang menggunakan beberapa jenis asam, seperti asam asetat, laktat, formiat, malat, dan propionat dalam pembentukan *edible film*. Namun hanya asam asetat dan formiat yang menghasilkan film yang fleksibel, transparan, dan sesuai sebagai bahan pengemas.

1.5 Gliserol

Gliserol berfungsi sebagai penyerap air, agen pembentuk kristal dan *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan substansi dengan berat molekul rendah dapat masuk ke dalam matriks polimer protein dan polisakarida sehingga meningkatkan fleksibilitas film dan kemampuan pembentukan film (Bergo and Sobral, 2007).

2. METODE PENELITIAN

Membuat larutan pati singkong karet dengan memasukkan 5 gram tepung umbi singkong karet ke dalam gelas kimia dengan menambahkan aquades 50 ml dan menambahkan variasi asam asetat sebanyak (2 , 3 , 4 , 5, dan 6 ml). Membuat larutan kitosan dengan memasukkan variasi kitosan sebanyak (1.5 , 2 , 2.5 , 3, dan 3.5 gr) ke dalam gelas kimia dan dilarutkan dengan larutan asam asetat 1 % sebanyak 100 ml. Larutan ini kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Kemudian mencampurkan larutan kitosan dan larutan pati singkong karet, dan menambahkan gliserol sebanyak 4 ml. Memanaskan larutan tersebut dengan suhu (60 °C) dan mengaduknya menggunakan *magnetic stirrer* dengan lama waktu pengadukan (60 menit). Langkah selanjutnya yaitu mendinginkan larutan tersebut kemudian mencetaknya dengan menggunakan spatula di atas keramik yang sudah diberi pembatas pada setiap sisinya. Kemudian dibiarkan selama 3-5 hari sampai kering. Setelah kering, lapisan film bioplastik dilepaskan dari cetakan dan disimpan ditempat yang kering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini pati yang digunakan adalah pati singkong karet, dimana dalam proses pencetakan plastik ini diperlukan variabel-variabel sebagai berikut :

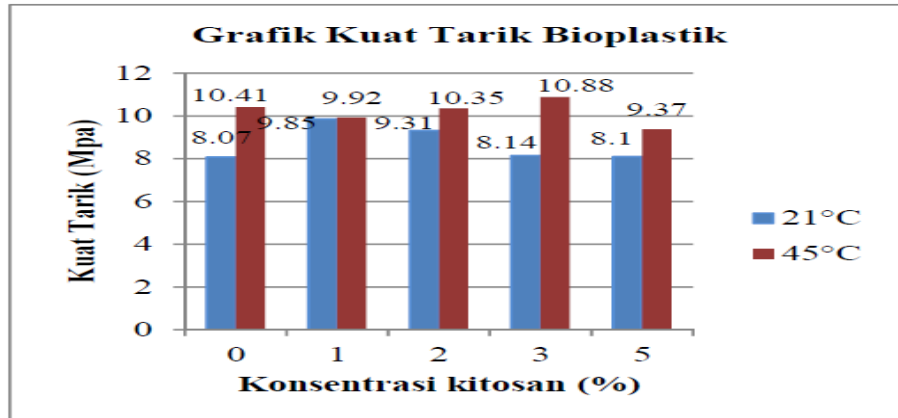
Pati Singkong Karet	: 5 gram
Gliserol	: 4 ml
Waktu pengadukan	: 60 menit
Suhu pengadukan	: 60 °C
Kecepatan pengadukan	: 10 rpm
Kitosan	: 1.5 , 2 , 2.5 , 3 dan 3.5 gram
Asam Asetat	: 2 , 3 , 4 , 5 dan 6 ml

Dalam penelitian ini digunakan variabel bebas berupa variasi volume asam asetat yaitu sebesar 2 , 3 , 4 , 5 dan 6 ml dan juga variasi berat kitosan yaitu sebesar 1.5 , 2 , 2.5 , 3 dan 3.5 gram. Sehingga diperoleh sampel sebanyak 25 sampel penelitian yang nantinya akan di uji kuat tarik ,uji elongasi dan juga uji biodegradasinya.

1.1 Uji Kuat Tarik

Hasil dari uji kuat tarik dipengaruhi oleh beberapa variabel yang digunakan seperti pati, kitosan, asam asetat, gliserol ,waktu pengadukan dan suhu pengadukan. Namun ,dalam penelitian ini difokuskan pada variabel kitosan dan asam asetat. Berikut ini adalah hasil uji kuat tarik bioplastik dengan variasi asam asetat dan kitosan. Kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik hingga terputus.

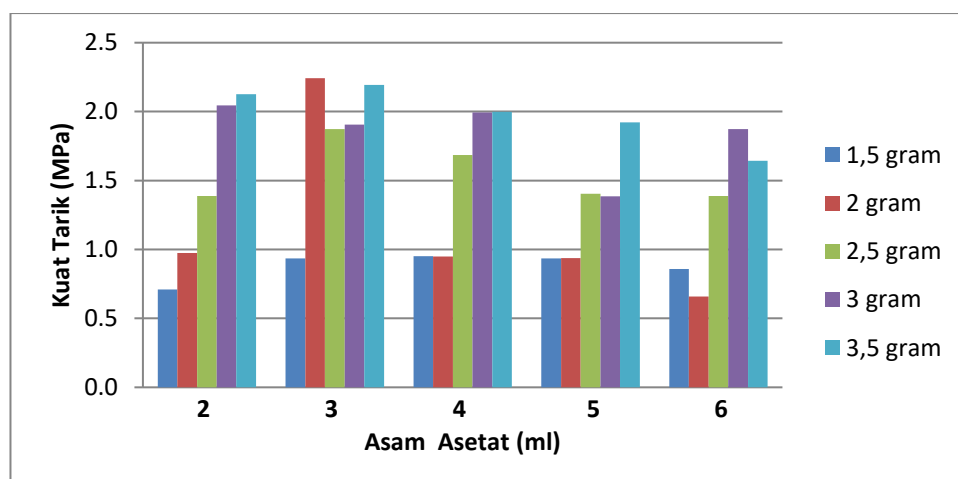
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yunita dkk (2014) didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik kuat tarik bioplastik

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa pada penambahan kitosan sebesar 1% dan 2%, nilai kuat tarik bioplastik mengalami kenaikan, sedangkan pada penambahan kitosan sebanyak 3% dan 5%, nilai kuat tarik bioplastik mengalami penurunan. Hasil penambahan kitosan pada bioplastik menunjukkan bahwa adanya interaksi dalam film campuran (bioplastik pati-kitosan). Penambahan kitosan dapat menambah nilai kuat tarik pada bioplastik. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, maka nilai kuat tarik bioplastik akan menurun. Dengan kata lain, bioplastik yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang rapuh (Yunita dkk, 2014).

Sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil kuat tarik dari bioplastik dengan variasi kitosan dan asam asetat seperti pada tabel berikut ini.

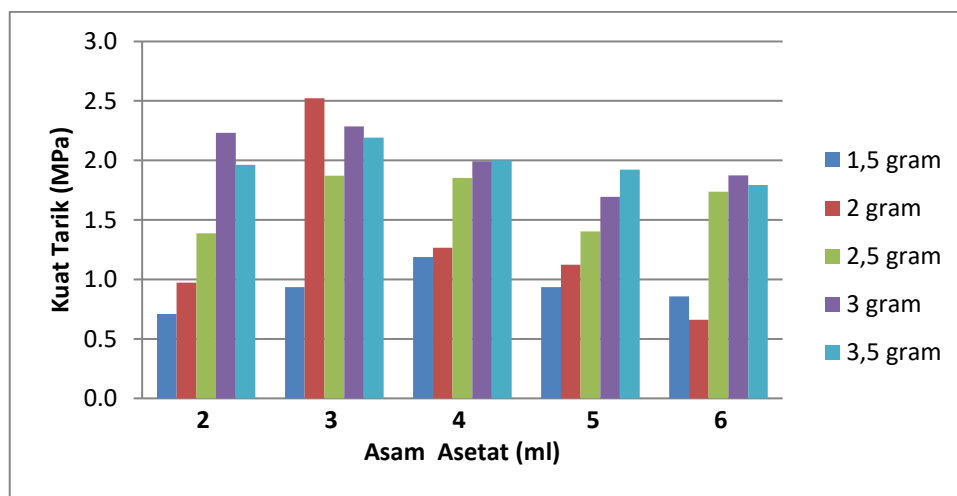


Gambar 2. Diagram Kuat Tarik Bioplastik (MPa)

Dari gambar 2 didapatkan bahwa nilai kuat tarik terbaik ada pada variasi kitosan 2 gram dengan asam asetat sebesar 3 ml yaitu bernilai 2.2423 MPa. Dari diagram

diatas menunjukan adanya kecenderungan pada kitosan 2 gram didapatkan kuat tarik yang besar. Hal ini disebabkan karena penambahan kitosan yang kecil dapat memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasinya, jika kitosan terlalu banyak maka film bioplastik akan cenderung lebih tebal, rapuh dan kering yang akan mengakibatkan nilai kuat tariknya menurun. Sedangkan untuk penambahan asam asetat untuk proses pengenceran kitosan didapatkan volume yang optimum sebesar 3 ml.

Penelitian ini juga dilakukan pengulangan uji kuat tarik guna untuk membandingkan hasilnya, dan didapatkan hasil sebagai berikut ini.



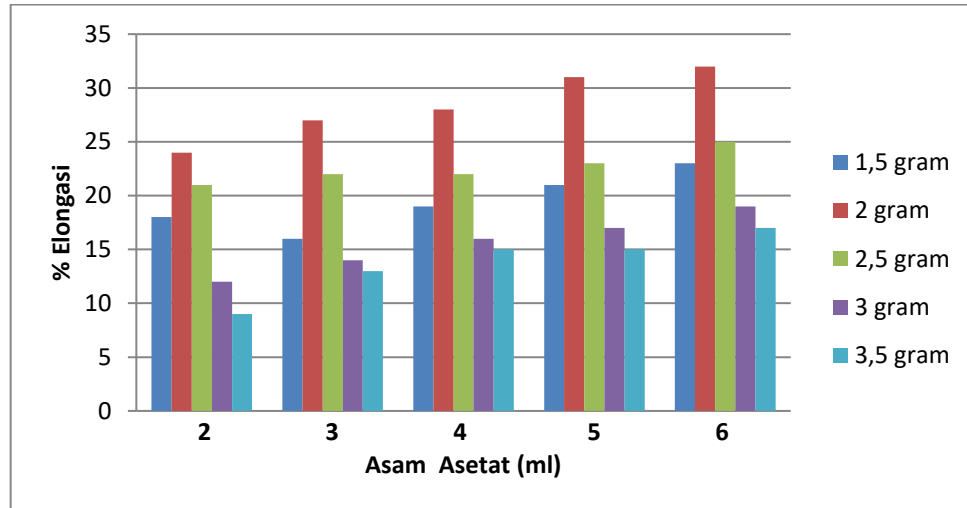
Gambar 3. Diagram Kuat Tarik Pengulangan Bioplastik (Pengulangan)

Dari gambar 3 juga didapatkan hasil kuat tarik terbaik yaitu pada variasi kitosan 2 gram dengan asam asetat sebesar 3 ml yaitu bernilai 2.5226 MPa. Hal ini menunjukan adanya persamaan hasil yang pertama dengan hasil pengulangan untuk memperkuat alasan bahwa variasi kitosan dan asam asetat terbaik untuk pembuatan bioplastik adalah kitosan 2 gram dengan asam asetat 3 ml .

1.2 Uji Elongasi

Uji elongasi adalah uji sifat penambahan panjang dari bioplastik saat ditambahkan beban. Untuk mendapatkan nilai elongasi yang baik bioplastik harus memiliki sifat elastis dan lentur. Dari penelitian ini hasil elongasi dari bioplastik adalah sebagai tabel berikut ini.

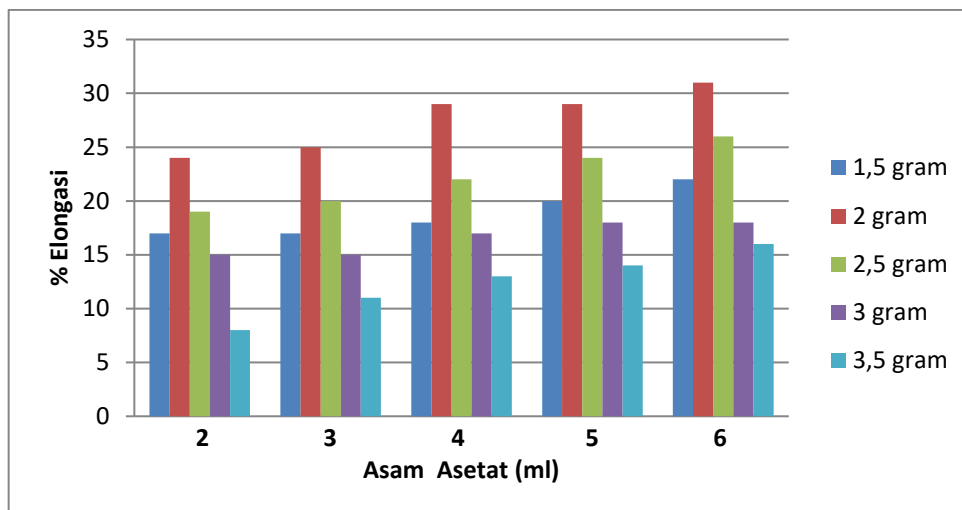
Uji elongasi adalah perhitungan % perpanjangan plastik saat menahan beban hingga terputus. Berikut ini adalah hasil elongasi bioplastik dengan variasi asam asetat dan kitosan.



Gambar 4. Diagram Uji Elongasi Bioplastik

Dari gambar 4 didapatkan bahwa nilai elongasi terbaik ada pada kitosan 2 gram dengan asam asetat 6 ml yaitu sebesar 32% . Dari gambar diatas juga menunjukkan bahwa pada kitosan 2 gram merupakan komposisi kitosan terbaik terhadap nilai elongasi bioplastik dimana jika berat kitosan bertambah atau berlebihan akan menyebabkan turunya nilai elongasi plastik. Hal ini disebabkan karena penambahan kitosan yang kecil dapat memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasinya. Namun pada penambahan kitosan lebih besar dari 2 gram terlihat persen elongasi mulai mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin rapatnya film atau paduan sehingga elastisitasnya menurun.

Penelitian ini juga dilakukan pengulangan uji elongasi guna untuk membandingkan hasilnya, dan didapatkan hasil sebagai berikut ini.



Gambar 5. Diagram Uji Elongasi Bioplastik (Pengulangan)

Dari gambar 5 juga didapatkan bahwa nilai elongasi terbaik ada pada kitosan 2 gram dengan asam asetat 6 ml yaitu sebesar 31%. Dimana dengan hasil pengulangan ini maka hal ini memperkuat bahwa variasi terbaik adalah dengan asam asetat 6 ml dan kitosan 2 gram.

1.3 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik atau tidak di lingkungan. Pada penelitian ini bioplastik akan dikubur ke dalam tanah untuk mencari tahu waktu yang dibutuhkan oleh bioplastik tersebut untuk terurai didalam tanah. Dari uji ini didapatkan rata-rata bioplastik terdegradasi sec

Gambar 4. Diagram Uji Elongasi Bioplastik (Pengulangan)

1.4 Uji Statistika

Untuk analisis data dari pengujian uji normalitas data semua data uji kuat tarik dan elongasi berdistribusi normal dan untuk uji korelasi dari hasil data uji kuat tarik dan elongasi mengalami korelasi, sedangkan untuk uji anova semua data H_0 diterima.

2. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang bioplastik dari pati umbi singkong karet dengan menggunakan variasi kitosan dan asam asetat sebagai variabel bebas dapat disimpulkan sebagai berikut :

Komposisi penambahan kitosan dan asam asetat terhadap sifat mekanis bioplastik dari pati singkong karet yaitu :

- Nilai kuat tarik terbaik ada pada komposisi kitosan 2 gram dan asam asetat 3 ml yaitu bernilai 2.2423 MPa dan pada pengulangannya juga sama ada pada kitosan 2 gram dan asam asetat 3 ml yaitu bernilai 2.5226 MPa.
- Nilai elongasi terbaik ada pada komposisi kitosan 2 gram dan asam asetat 6 ml yaitu sebesar 31% dan pada pengulangannya juga sama ada pada kitosan 2 gram dan 6 ml yaitu sebesar 32%.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa komposisi pembuatan bioplastik yang paling efisien adalah kitosan 2 gram dengan asam asetat 3 ml yang nilai kuat tariknya yang dapat mencapai 2.5226 MPa. Karena komposisi kitosan yang sesuai akan memperbaiki kuat tarik namun jika semakin banyak kitosan ditambahkan maka karakteristik bioplastik akan cenderung lebih tebal dan kering, dimana akan mempengaruhi nilai kuat tarik bioplastik. Dan didapatkan volume asam asetat optimum sebesar 3 ml, karena jika volume asam asetat lebih dari 3 ml maka nilai kuat tarik akan mengalami penurunan. Didapatkan juga bahwa semakin banyak asam asetat yang digunakan maka larutan akan menjadi encer sehingga mengakibatkan naiknya nilai elongasi, dan jika semakin banyak kitosan yang digunakan maka akan semakin menurun pula nilai elongasinya, karena penambahan kitosan yang kecil dapat memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasinya. Namun pada penambahan kitosan lebih besar dari 2 gr terlihat persen elongasi mulai mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin rapatnya film atau paduan sehingga elastisitasnya menurun.

Adapun variabel tetap yang digunakan pada proses blending pembuatan bioplastik diantaranya yaitu :

- Suhu pengadukan = 60-70 °C
- Waktu pengadukan = 60 menit
- Gliserol = 4 ml
- Pati = 5 gram
- Kecepatan pengadukan = 10 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergo, P, and Sobral, P, J, A. 2006. “*Effect of plasticizer of phsyscal properties of pigskin gelatin films*”, 21: 1285-1289.
- Careda, M.P,et.,al. 2007.” Characterization of Edible Films of Cassava Strach by Electron Microscopy”. Braz, Journal Food Technology page: 91-95
- Cui, S.W.2005. “*Food Carbohidrates Chemistry Physic, Properties, and Aplications*”. New York : CRC Press.
- Darni, Yuli., Chici A., Sri Ismiyati D. 2008. “Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol”. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Lampung: Universitas Lampung.
- Darni, Yuli., dan Herti Utami. 2010.” Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum”. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Vol. 7, No. 4, hal. 190-195, 2010 ISSN 1412-5064
- Dutta, P. K., S. Tripathi, and G. K. Mehrotra. 2009. Physicochemical and Bioactivity of Cross-linked Chitosan-PVA Film for Food Packaging Applications. Journal of Biogical Macromolrcules. 45:72-76
- Harsunu B T,2008. “Edible film dari kitosan dengan plasticizer gliserol” ,FT UI
- Hartatik, Dwi Yunita, dkk. 2014. Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable plastik. Jurnal jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya: Malang.
- Nadarajah, K., W. Prinyawiwatkul, H.K. No, S. Sathivel, and Z. Xu. 2006. Sorption Behavior of crawfish chitosan films as affected by chitosan extraction processses and solvent type.
- Nurminah, M. 2002. “Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas”. Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU.

- Skurtys O., Acevedo C., Pedreschi F., Enrione J., Osorio F., & Aguilera J.M.
2009. Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. Department of Food
Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile. Chile.pp 34.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama.
Jakarta.